

[logo]  
SWISS CONFEDERATION  
CONFEDERATE OFFICE FOR INTELLECTUAL PROPERTY  
PATENT NO. 497 910

Int. Cl.:	B 01 D	37/00
	//	
	B 01 d	29/36
Application No.:	17460/69	
Date of Application:	November 24, 1969, 4:00 p.m.	
Date Granted:	October 31, 1970	
Date of Publication of the Patent:	December 15, 1970	
Priority:		
Date:	May 21, 1969	
Country:	Japan	
No.:	(39810/69)	

MAIN PATENT

FILTRATION METHOD

Applicant:	Toshin Science Co., Ltd. Osaka (Japan)
Inventor:	Jiro Sasaki, Nara (Japan)

The present invention relates to a filtration method, particularly to a method which allows the filtration of a fluid, which, using the conventional methods, can only be separated with great difficulty, or almost not at all, from impurities.

With conventional continuous filtration, contaminants having small particle sizes normally adhere to each other in the fluid to be cleaned, and they collect, for example, for example, due to Brownian thermal motion, on the surface of the filter device, and the fluid flows or passes through the layer of collected contaminant particles and through the filter device, where a precise separation of the contaminant particles is achieved. However, not all fluids to be cleaned are of that type. Certain types of contaminants, for example, suspended contaminants, move at low or slow rates, without adhering to each other, to collect on the surface of the filter

device. In such cases it is impossible to apply filtration methods used in the past and achieve a precise separation of contaminant particles having a small particle size.

The object of the present invention is to create a filtration method which allows a precise separation of contaminant particles with small particle size from a fluid, which uses all types of fluids for filtration, and which can be carried out using a filtration device of simple construction, optionally continuously.

According to the invention, this is achieved by controlling the ratio of the flow velocities of the fluid to be filtered in the vertical and in the parallel direction with respect to the surface of the filter device in such a manner that the fluid with the contaminants contained therein flows in such a way that a predetermined gradient  $\alpha$  with respect to the surface of the filter device is maintained, which prevents the penetration of contaminants having a larger particle size than a predetermined value into the pores of the filter device.

In the method according to the invention, the flow velocity is controlled, for example, in the vertical direction with respect to the surface of the filtration device, by pulling off cleaned fluid, on the opposite side of the filter device, at a predetermined rate. At the same time, one can, using a pump or similar device, control the flow velocities in the direction parallel to the surface of the filter device, resulting in the maintenance of a predetermined gradient with respect to the surface of the filter device, and resulting in the desired degree of cleanliness of the fluid being achieved.

The method according to the invention is explained below by example with reference to the drawings.

Figure 1 is a schematic representation of the principle of the method according to the invention.

Figure 2 is an enlarged section of the part denoted with the circle A in Figure 1.

Figure 3 is an additional schematic representation of the principle of the method according to the invention.

Figure 4 is a flow diagram of a filtration apparatus that is suitable for carrying out the method according to the invention.

Figure 5 is an enlarged cross section of a filter device of the apparatus shown in Figure 4.

With reference to Figures 1 and 2, it is assumed that each pore 2 in the filter device 1 has a circular cross section with an aperture width  $D$ , and every contaminant particle  $P$  in the fluid to be cleaned is in the shape of a sphere with diameter  $d$ . The abscissa  $x$  is assumed to be vertical with respect to the surface of the filter device 1, and the coordinate  $y$  parallel, as shown in Figure 1. Every contaminant particle  $P$  has a velocity vector  $V_x$ , which is determined by the removal rate of the cleaned fluid from the opposite side of the filter device 1, and the velocity vector  $V_y$ , which is determined by the flow velocity along the coordinate  $y$ . Thus, the particle  $P$  flows in such a direction that it reaches the surface of the filter device 1 at an angle  $\alpha$  with the velocity vector  $V$  composed of the vectors  $V_x$  and  $V_y$ , as clearly shown in Figure 1. The angle  $\alpha$  can be obtained by the following formula (1):

$$\alpha = \arctan (V_x/V_y) \quad (1)$$

If the contaminant particle P(a) shown in Figure 2, which flows to the lowest inlet place  $\alpha$  of the pore 2, does not penetrate into the pore 2, the other contaminant particles P bounce off from the surface of the filter device 1, backward, and they do not penetrate into the pores 2.

If the angle  $\alpha$  is now kept at a value such that the flow path of the center of the particle P(a) runs outside of the place Y, the particle does not penetrate into pore 2. If the particle P(a) is located at the lowest inlet place of the pore 2, as shown in Figure 2 with the assumed position P(b), the inlet place Y is located on the flow path of the center of the particle P(a), and the angle  $\alpha$  thus is

$$\arctan (d/2D).$$

Therefore, the condition that the particle P(a) does not penetrate into the pore 2 is expressed by the following formula:

$$\arctan (d/2D) > \alpha \quad (2)$$

The following formula is derived from formulas (1) and (2):

$$d/2D > V_x/V_y \quad (3)$$

The filtration is carried out according to the method of the invention, preferably under the condition expressed by formula (3), where the fluid with the contaminant particles flows in such a manner that a predetermined gradient is maintained with respect to the surface of the filtration device. Naturally, the fluid to be cleaned can contain contaminant particles of various particle sizes, and not all the pores of the filter device have the same aperture width. However, if, for the predetermination of the flow gradient, the aperture width of the largest pore of the filter device and the diameter of the smallest contaminant particle to be eliminated is substituted in formula (3), the desired degree of purification is achieved.

Figure 3 represents the principle of the method of the invention in another manner. It is assumed that the pores 2 in the filter device 1 have a circular cross section with an aperture width  $D_1$ . A contaminant particle P in the fluid to be cleaned flows with the resulting velocity vector  $V$  in such a direction that it reaches the surface of the filter device 1 at an angle  $\alpha$ , which is determined by the ratio of the velocity vectors  $V_x:V_y$ , as represented in Figures 1 and 2.

The diameter of the largest particle that can penetrate through the pore 2 thus corresponds to the distance between the tangent of the particle circumference that is parallel to the flow direction, which tangent barely touches the surface of the walls surrounding the pore 2, as represented in Figure 3, so that the diameter  $D_2$  of this largest particle is much smaller than the aperture width  $D_1$  of the pore 2. Thus, it can be assumed, accordingly, that the aperture width  $D_1$  of the pore 2 is considerably decreased to the value  $D_2$ . The smaller the angle  $\alpha$  is, the smaller the diameter  $D_2$  is, so that the smallest, and all larger, contaminant particles can be removed, by adjusting the angle  $\alpha$  accordingly.

With reference to Figures 4 and 5, the filter apparatus shown in Figure 4 has a filter container 3, in which several filter devices 4 in the form of vertical cylinders are arranged. One leads the fluid to be cleaned into an upper chamber 5 of the container 3, and allows it to flow

through the filter cylinders 4 in a bottom chamber 6 of the container 3. The fluid to be cleaned is stored in a tank 7, which is connected through a line 9, provided with valves 10 and 11, to the inlet opening of a pump. The fluid is led through a line 9, provided with a valve 13, which connects the outlet opening of the pump 8 with the upper chamber 5, into the upper chamber 5 of the filter container 3. In the bottom part of the filter container 3, an outlet line 14 is attached, which is provided with a valve 15 and a quantity measuring device 16, and cleaned fluid is drawn off by means of suction pump (not shown) or similar device through the line 14 out of the interior of the cylinders 4. The unfiltered fluid is returned through a line 17, provided with a valve 18, from the bottom chamber 6 in circulation to the container 7. Contaminants which deposit on the floor of the bottom chamber 6 are occasionally removed, by opening the drainage valve 19. The fluid to be filtered can either be introduced continuously or discontinuously into the tank 7. Furthermore, the fluid can be returned from the bottom chamber 6, by means of a pump or similar device, in circulation to the upper chamber 5.

In the implementation of the described method, using the filter apparatus shown in Figures 4 and 5, the flow velocity of the fluid to be cleaned, which flows out of the upper chamber 5 through the filter cylinder 4 to the bottom chamber 6, is controlled by regulating the rpm of the pump 8 and/or the degree of opening of at least one of the valves 10, 11, 13 and 18, whereas the pressure difference between the internal side and the external side of the filter cylinder 4, which effects the passage of the fluid through the pores in the cylinder walls, is controlled by regulating the rpm of the suction pump (not shown) that is connected to the outlet line 14 and/or the degree of opening of the valve 15. As a result, the ratio of the flow velocity which is vertical with respect to the surface of the cylinder 4 and the flow velocity parallel to the surface of the cylinder 4 is maintained at a predetermined value, which is determined according to formula (3). Thus, the fluid to be cleaned is allowed to flow by maintaining a predetermined gradient with respect to the surface of the filter cylinder 4.

Contaminants with larger particle sizes than the smallest particles to be removed therefore do not penetrate into the pores of the filter cylinder 4, so that a desired degree of cleaning of the fluid is reached.

The filter device used for the implementation of the described method can be a mesh made of stainless steel wire, synthetic fibers or similar material; a sintered or perforated metal alloy or perforated porcelain, which may be deformed, for example, to thin-walled cylinders; foamed resin or similar material.

The wall thickness of the filter device can be 50-60 mm. The aperture width of the pores of the filter device can be in the range of 35-150  $\mu\text{m}$ . The flow velocity of the fluid to be cleaned can be 5-20 cm/min vertically with respect to the surface of the filter device and 3-10 times greater in parallel to the surface of the filter device.

The described filtration method can be used for the filtration of all types of fluids, for example, water, ocean water, oil, mineral oil, etc. The method is therefore preferably used for the separation of cleaning agents, rust prevention agents and similar substances from water, for the purification of drinking water, for the removal of plankton from ocean water, for the purification of mineral oil, for the recovery of paper pulp from the wastewater of paper pulp manufacturing installations, for the cleaning of lubrication and cooling oil and similar purposes.

One of the most important advantages of the described method consists in that a good separation of contaminant particles that may even have small particle sizes is possible, particles which in the methods of the past could only be separated with great difficulty or almost not at all.

An additional advantage consists in that the filtration can be controlled very easily, because the ratio of the flow velocity in the vertical direction with respect to the surface of the filter device, as described above, can easily be regulated. Additional advantages consist in that a filter apparatus of simple construction can be used, and in that there is no need to be particularly concerned about the selection of the material for the filter device and its processing. This material is the most expensive component of the filter apparatus and normally requires an expensive processing. In the described method, however, it is not necessary to form pores with a small aperture width in the filter device to separate contaminant particles having small particle size. The described method is thus very useful and economic, and it can be used for numerous industrial purposes.

#### Patent Claim

Filtration method, characterized in that the ratio of the flow velocities of the fluid to be filtered in the vertical and in the parallel direction with respect to the surface of the filtration device is controlled in such a manner that the fluid, with the contaminants contained therein, flows in such a way that a predetermined gradient  $\alpha$  with respect to the surface of the filtration device is maintained, which prevents the penetration of contaminant particles having a larger particle size than a predetermined value into the pores of the filter device.

#### Secondary claims

1. Filtration method according to the patent claim, characterized in that the gradient  $\alpha$  is determined using the following formula:

$$\alpha = \arctan (V_x/V_y) < (d/2D)$$

wherein d denotes the diameter of the smallest contaminant particle, D denotes the aperture width of the largest pore in the filter device,  $V_x$  denotes the flow velocity of the fluid in the vertical direction, and  $V_y$  the flow velocity of the fluid in the parallel, direction with respect to the surface of the filtration device.

2. Filtration method according to the Claim and secondary Claim 1, characterized in that the flow velocity  $V_x$  in the vertical direction with respect to the surface of the filtration device is controlled by the regulation of the removal rate of the cleaned fluid.

3. Filtration method according to the Claim or one of the preceding secondary Claims, characterized in that several filter devices are used, and the remaining unfiltered fluid is returned in circulation into the individual filter devices.

Toshin Science Co., Ltd.

Representative: Bovard & Cie., Bern

2 Sheets      No. 1

//insert Figures 1, 2, 3, 5//

2 Sheets      No. 2

//insert Figure 4//

100010

Please order these 8 patent documents per the e-mail sent to you



European Patent Office

# EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 90 20 1232

E-IF ACC

PICK WILSAK ZIP502RAWX

## DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.9)
X A	US-A-2 813 781 (T.S. MERTES) * * Column 2, lines 44-72; columns 3-6 *	1, 2, 4, 6 , 18 11	B 01 D 29/11 B 01 D 29/54 B 01 D 29/84
X	DE-B-1 197 421 (WIEGELWERK) * * Columns 3, 4 *	1, 2, 4, 6 , 13, 18	
X	CH-A- 497 910 (TOSHIN SCIENCE) * * Columns 1-6 *	1-3, 6, 10, 17, 18	
X A	US-A-1 812 773 (HUGH HARLEY CANNON) * * Pages 1-4 *	1, 3, 6 8, 11, 12 , 14, 16	
A	DE-A-2 921 871 (SELWIG & LANGE) * * Figure 1 *	5	
A	US-A-3 319 437 (GOINS) * * Figures 1, 4 *	1-18	
A	FR-A-1 352 915 (FIVES LILLE-CAIL) * * Pages 1, 2 *	1-18	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.9) B 01 D
A	DE-A-3 211 865 (GEWERKSCHAFT AUGUSTE VICTORIA) * * Figures 1, 2 *	1-18	

SHIPPED FEB 2 2000

RECEIVED JAN 31 2000

68- 4881

\* English-language equivalents available.

The present search report has been drawn up for all claims

Place of search  
THE HAGUE

Date of completion of the search  
30-08-1990

Examiner  
DE PAEPE P.F.J.

### CATEGORY OF CITED DOCUMENTS

X: particularly relevant if taken alone  
Y: particularly relevant if combined with another document of the same category  
A: technological background  
G: non-written disclosure  
P: intermediate document

T: theory or principle underlying the invention  
E: earlier patent documents, not published in, or after the filing date  
D: documents cited in the application  
L: documents cited for other reasons  
A: member of the same patent family, corresponding document



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft

Eidgenössisches Amt für geistiges Eigentum

Internationale Klassifikation:

B 01 d 37/00

//

B 01 d 29/36

Gesuchsnummer:

17460/69

Anmeldungsdatum:

24. November 1969, 16 Uhr

Priorität:

Japan, 21. Mai 1969  
(39810/69)

Patent erteilt:

31. Oktober 1970

Patentschrift veröffentlicht:

15. Dezember 1970

s

## HAUPTPATENT

Toshin Science Co., Ltd., Osaka (Japan)

## Filtrierverfahren

Jiro Sasaki, Nara (Japan), ist als Erfinder genannt worden

1 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Filtrierverfahren, insbesondere auf ein Verfahren, welches das Filtrieren einer Flüssigkeit ermöglicht, die sich nach üblichen Verfahren sehr schwer und beinahe unmöglich von Verunreinigungen trennen läßt.

Beim üblichen kontinuierlichen Filtrieren haften normalerweise Verunreinigungen von geringer Teilchengröße in der zu reinigenden Flüssigkeit aneinander und sammeln sich, beispielsweise infolge Brownscher Wärmebewegung, an der Oberfläche der Filtervorrichtung an, und die Flüssigkeit fließt oder dringt durch die Schicht gesammelter Verunreinigungsteilchen und durch die Filtervorrichtung, wobei eine genaue Abtrennung der Verunreinigungsteilchen erreicht wird. Nicht alle zu reinigenden Flüssigkeiten sind jedoch von solcher Art. Gewisse Arten von Verunreinigungen, z. B. die suspendierten, befinden sich in geringer oder langsamer Bewegung und haften nicht aneinander, um sich an der Oberfläche der Filtervorrichtung zu sammeln. In solchen Fällen ist es unmöglich, nach den bis anhin verwendeten Filtrierverfahren eine genaue Abtrennung von Verunreinigungsteilchen von geringer Teilchengröße zu erreichen.

Es ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung, ein Filtrierverfahren zu schaffen, das eine genaue Abtrennung von Verunreinigungsteilchen geringer Teilchengröße aus einer Flüssigkeit ermöglicht, zum Filtrieren aller Arten von Flüssigkeiten verwendet und mit einer Filtervorrichtung einfacher Bauart, gegebenenfalls kontinuierlich durchgeführt werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Verhältnis der Fließgeschwindigkeiten der zu filtrierenden Flüssigkeit in senkrechter und in paralleler Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung so gesteuert wird, daß die Flüssigkeit mit den darin enthaltenen Verunreinigungen so fließt, daß ein vorbestimmtes Gefälle  $u$  zur Oberfläche der Filtervorrichtung aufrechterhalten wird, welches verhindert, daß Verunreinigungen von größerer Teilchengröße als vorbestimmt in die Poren der Filtervorrichtung eindringen.

2 Im erfindungsgemäßen Verfahren wird beispielsweise die Fließgeschwindigkeit in senkrechter Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung gesteuert, indem man auf der gegenüberliegenden Seite der Filtervorrichtung gereinigte Flüssigkeit mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit abzieht. Gleichzeitig kann man mittels einer Pumpe oder dergleichen die Fließgeschwindigkeit in paralleler Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung steuern, wodurch das vorbestimmte Gefälle zur Oberfläche der Filtervorrichtung erhalten und der gewünschte Reinheitsgrad der Flüssigkeit erreicht wird.

Im nachstehenden wird das erfindungsgemäße Verfahren unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielsweise erläutert.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung des Prinzips des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2 ist ein vergrößerter Ausschnitt des in Fig. 1 mit dem Kreis A bezeichneten Teils.

Fig. 3 ist eine weitere schematische Darstellung des Prinzips des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 4 ist ein Fließschema eines zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Filtrierapparats.

Fig. 5 ist ein vergrößerter Querschnitt einer Filtervorrichtung des in Fig. 4 gezeigten Apparats.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 und 2 wird angenommen, daß jede Pore 2 in der Filtervorrichtung 1 einen kreisförmigen Querschnitt mit einer lichten Weite  $D$  und jedes Verunreinigungsteilchen  $P$  in der zu reinigenden Flüssigkeit die Form einer Kugel mit Durchmesser  $d$  aufweist. Die Abszisse  $x$  wird in senkrechter, die Koordinate  $y$  in paralleler Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung 1 angenommen, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Jedes Verunreinigungsteilchen  $P$  hat den Geschwindigkeitsvektor  $V_x$ , der durch die Abzugsgeschwindigkeit der gereinigten Flüssigkeit von der entgegengesetzten Seite der Filtervorrichtung 1 bestimmt wird, und den Geschwindigkeitsvektor  $V_y$ , der durch die Fließgeschwindigkeit entlang der Koordinate



y bestimmt wird. Das Teilchen P fließt daher in einer solchen Richtung, daß es die Oberfläche der Filtervorrichtung 1 im Winkel  $\alpha$  mit dem aus den Vektoren  $V_x$  und  $V_y$  zusammengesetzten Geschwindigkeitsvektor  $V$  erreicht, wie dies in Fig. 1 klar gezeigt wird. Den Winkel  $\alpha$  erhält man durch folgende Formel (1):

$$\alpha = \arctg \frac{V_x}{V_y} \quad (1)$$

Falls das in Fig. 2 gezeigte Verunreinigungsteilchen P(a), das zur untersten Einlaßstelle  $a$  der Pore 2 fließt, nicht in die Pore 2 eindringt, prallen die anderen Verunreinigungsteilchen P von der Oberfläche der Filtervorrichtung 1 zurück und dringen nicht in die Poren 2 ein.

Wenn nun der Winkel  $\alpha$  so gehalten wird, daß die Fließbahn des Zentrums des Teilchens P(a) außerhalb der Stelle Y verläuft, dringt dieses Teilchen nicht in die Pore 2 ein. Wenn das Teilchen P(a) sich an der untersten Einlaßstelle der Pore 2 befindet, wie dies in Fig. 2 mit der angenommenen Position P(b) gezeigt wird, liegt die Einlaßstelle Y auf der Fließbahn des Zentrums des Teilchens P(a) und der Winkel  $\alpha$  ist somit

$$\arctg \frac{d}{2D}.$$

Daher wird die Bedingung, daß das Teilchen P(a) nicht in die Pore 2 eindringt, durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\arctg \frac{d}{2D} > \alpha \quad (2)$$

Aus den Formeln (1) und (2) wird die Formel

$$\frac{d}{2D} > \frac{V_x}{V_y} \quad (3)$$

abgeleitet.

Das Filtern nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorzugsweise unter der durch die Formel (3) ausgedrückten Bedingung durchgeführt, wobei die Flüssigkeit mit den Verunreinigungsteilchen so fließt, daß zur Oberfläche der Filtervorrichtung ein vorbestimmtes Gefälle aufrechterhalten wird. Selbstverständlich kann die zu reinigende Flüssigkeit Verunreinigungsteilchen verschiedener Teilchengrößen enthalten und nicht alle Poren der Filtervorrichtung weisen dieselbe lichte Weite auf. Wenn jedoch zur Vorbestimmung des Fließgefälles die lichte Weite der größten Pore der Filtervorrichtung und der Durchmesser des kleinsten zu entfernenden Verunreinigungsteilchens in Formel (3) eingesetzt werden, wird der gewünschte Reinigungsgrad immer erreicht.

Fig. 3 stellt das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens in anderer Weise dar. Es wird angenommen, daß die Poren 2 in der Filtervorrichtung 1 einen kreisförmigen Querschnitt mit lichter Weite  $D_1$  haben. Ein Verunreinigungsteilchen P in der zu reinigenden Flüssigkeit fließt mit dem resultierenden Geschwindigkeitsvektor  $V$  in einer solchen Richtung, daß es die Oberfläche der Filtervorrichtung 1 im Winkel  $\alpha$  erreicht, der durch das Verhältnis der Geschwindigkeitsvektoren  $V_x : V_y$  bestimmt wird, wie dies in Fig. 1 und 2 dargestellt ist.

Der Durchmesser des größten Teilchens, das durch die Pore 2 dringen kann, entspricht somit dem Abstand zwischen den zur Fließrichtung parallel verlaufenden Tangenten des Teilchenumfangs, welche die Oberfläche der die Pore 2 umgebenden Wände gerade berühren, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, so daß der Durchmesser  $D_2$  dieses größten Teilchens viel kleiner ist als die lichte Weite  $D_1$  der Pore 2. Es darf demzufolge angenommen werden, daß die lichte Weite  $D_1$  der Pore 2 auf den Wert  $D_2$  wesentlich vermindert wird. Je kleiner der Winkel  $\alpha$  ist, umso kleiner ist der Durchmesser  $D_2$ , so daß das kleinste und alle größeren Verunreinigungsteilchen entfernt werden können, indem der Winkel  $\alpha$  entsprechend eingestellt wird.

Unter Bezugnahme auf Fig. 4 und 5 umfaßt der in Fig. 4 gezeigte Filterapparat einen Filterbehälter 3, in welchem mehrere Filtervorrichtungen 4 in Form von senkrechten Zylindern angeordnet sind. Man leitet die zu reinigende Flüssigkeit in eine obere Kammer 5 des Behälters 3 ein und läßt sie durch die Filterzylinder 4 in eine untere Kammer 6 des Behälters 3 fließen. Die zu reinigende Flüssigkeit wird in einem Tank 7 gelagert, der durch eine mit Ventilen 10 und 11 versehene Leitung 9 mit der Einlaßöffnung einer Pumpe verbunden ist. Die Flüssigkeit wird durch eine mit einem Ventil 13 versehene Leitung 12, welche die Auslaßöffnung der Pumpe 8 mit der oberen Kammer 5 verbindet, in die obere Kammer 5 des Filterbehälters 3 geleitet. Im unteren Teil des Filterbehälters 3 ist eine mit einem Ventil 15 und einem Mengenmesser 16 versehene Abflußleitung 14 angebracht, und gereinigte Flüssigkeit wird mittels einer (nicht gezeigten) Saugpumpe oder dergleichen durch die Leitung 14 aus dem Innern der Zylinder 4 abgezogen. Die nicht filtrierte Flüssigkeit wird durch eine mit einem Ventil 18 versehene Leitung 17 aus der unteren Kammer 6 im Kreislauf zum Behälter 7 zurückgeführt. Verunreinigungen, die sich auf dem Boden der unteren Kammer 6 niedergeschlagen haben, werden gelegentlich entfernt, indem ein Entleerungsventil 19 geöffnet wird. Die zu filtrierende Flüssigkeit kann entweder kontinuierlich oder diskontinuierlich in den Tank 7 eingeführt werden. Ferner kann die Flüssigkeit aus der unteren Kammer 6 mittels einer Pumpe oder dergleichen im Kreislauf zur oberen Kammer 5 zurückgeführt werden.

Bei Ausführung des beschriebenen Verfahrens unter Verwendung des in Fig. 4 und 5 gezeigten Filterapparats wird die Fließgeschwindigkeit der zu reinigenden Flüssigkeit, die aus der oberen Kammer 5 durch die Filterzylinder 4 zur unteren Kammer 6 fließt, gesteuert, indem die Tourenzahl der Pumpe 8 und/oder der Öffnungsgrad von mindestens einem der Ventile 10, 11, 13 und 18 reguliert wird, während der Druckunterschied zwischen Innen- und Außenseite der Filterzylinder 4, der den Durchtritt der Flüssigkeit durch die Poren in den Zylinderwandungen bewirkt, gesteuert wird, indem die Tourenzahl der mit der Abflußleitung 14 verbundenen (nicht gezeigten) Saugpumpe und/oder der Öffnungsgrad des Ventils 15 geregelt wird. Dadurch wird das Verhältnis der zur Oberfläche der Zylinder 4 senkrechten Fließgeschwindigkeit zu der zur Oberfläche der Zylinder 4 parallelen Fließgeschwindigkeit auf einem vorbestimmten Wert gehalten, der nach der Formel (3) ermittelt wurde. Man läßt somit die zu reinigende Flüssigkeit fließen, indem ein vorbestimmtes Gefälle zur Oberfläche der Filterzylinder 4 aufrechterhalten wird.

Verunreinigungsteilchen mit größeren Teilchengrößen als die kleinsten zu entfernenden Teilchen dringen daher nicht in die Poren der Filterzylinder 4 ein, so daß der gewünschte Reinigungsgrad der Flüssigkeit erreicht wird.

Die zur Ausführung des beschriebenen Verfahrens verwendete Filtervorrichtung kann eine Gaze aus rostfreiem Stahldraht, synthetischen Fasern oder dergleichen; eine gesinterte oder perforierte Metalllegierung oder perforiertes Porzellan, die beispielsweise zu dünnwandigen Zylindern verformt werden; verschäumtes Harz oder dergleichen, sein.

Die Wanddicke der Filtervorrichtung kann 50–60 mm betragen. Die lichte Weite der Poren der Filtervorrichtung kann im Bereich von 35–150  $\mu$  liegen. Die Fließgeschwindigkeit der zu reinigenden Flüssigkeit kann senkrecht zur Oberfläche der Filtervorrichtung 5–20 cm/min und parallel zur Oberfläche der Filtervorrichtung das 3- bis 10fache davon betragen.

Das beschriebene Filtrierverfahren kann zum Filtrieren von allen Arten von Flüssigkeiten, z. B. Wasser, Seewasser, Öl, Erdöl usw., verwendet werden. Das Verfahren wird daher vorzugsweise zum Abscheiden von Reinigungsmitteln, Rostverhütungsmitteln und dergleichen aus Wasser, zum Reinigen von Trinkwasser, zum Entfernen von Plankton aus Meerwasser, zur Reinigung von Erdöl, zur Rückgewinnung von Papierbrei aus dem Abwasser von Papierbrei erzeugenden Anlagen, zur Reinigung von Schmier- oder Kühlöl und zu ähnlichen Zwecken verwendet.

Einer der wichtigsten Vorteile des beschriebenen Verfahrens liegt darin, daß es eine genaue Abtrennung sogar von Verunreinigungsteilchen geringer Teilchengröße ermöglicht, die sich nach bisherigen Verfahren sehr schwer oder beinahe unmöglich abtrennen lassen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß das Filtern sehr leicht vor sich geht, da das Verhältnis der Fließgeschwindigkeit in senkrechter Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung, wie vorstehend beschrieben, leicht gesteuert werden kann. Weitere Vorteile bestehen darin, daß ein Filterapparat einfacher Bauart verwendet werden kann und daß man auf die Wahl des Materials für die Filtervorrichtung und dessen Verarbeitung nicht besonders achten muß. Dieses Material ist das kost-

spieligste bei einem Filterapparat und erfordert normalerweise eine teure Verarbeitung. Beim beschriebenen Verfahren ist es jedoch nicht nötig, in der Filtervorrichtung Poren mit einer kleinen lichten Weite zu bilden, um Verunreinigungsteilchen von geringer Teilchengröße abzutrennen. Das beschriebene Verfahren ist somit sehr nützlich und wirtschaftlich und kann für zahlreiche industrielle Zwecke eingesetzt werden.

#### PATENTANSPRUCH

Filtrierverfahren, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Fließgeschwindigkeiten der zu filtrierenden Flüssigkeit in senkrechter und in paralleler Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung so gesteuert wird, daß die Flüssigkeit mit den darin enthaltenen Verunreinigungen so fließt, daß ein vorbestimmtes Gefälle  $\alpha$  zur Oberfläche der Filtervorrichtung aufrechterhalten wird, welches verhindert, daß Verunreinigungen von größerer Teilchengröße als vorbestimmt in die Poren der Filtervorrichtung eindringen.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Filtrierverfahren gemäß Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das Gefälle  $\alpha$  unter Verwendung folgender Formel bestimmt wird:

$$\alpha = \arctan \frac{V_x}{V_y} < \frac{d}{2D}$$

worin  $d$  der Durchmesser des kleinsten Verunreinigungsteilchens,  $D$  die lichte Weite der größten Pore in der Filtervorrichtung,  $V_x$  die Fließgeschwindigkeit der Flüssigkeit in senkrechter und  $V_y$  diejenige in paralleler Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung ist.

2. Filtrierverfahren gemäß Patentanspruch und Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fließgeschwindigkeit  $V_x$  in senkrechter Richtung zur Oberfläche der Filtervorrichtung durch Regulierung der Abzugsgeschwindigkeit der gereinigten Flüssigkeit gesteuert wird.

3. Filtrierverfahren gemäß Patentanspruch oder einem der vorangehenden Unteransprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Filtervorrichtungen verwendet werden und verbleibende unfiltrierte Flüssigkeit im Kreislauf in die einzelnen Filtervorrichtungen zurückgeführt wird.

Toshin Science Co., Ltd.

Vertreter: Bovard & Cie., Bern

Fig. 5.

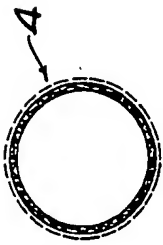


Fig. 2.

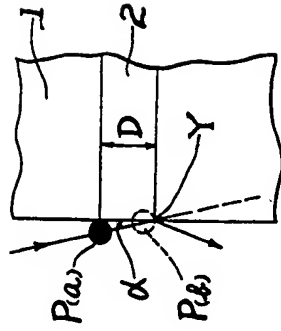


Fig. 1.

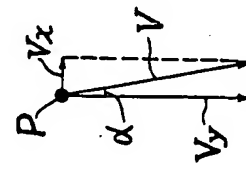
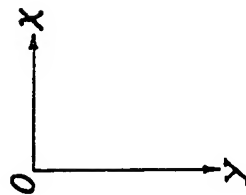


Fig. 3.

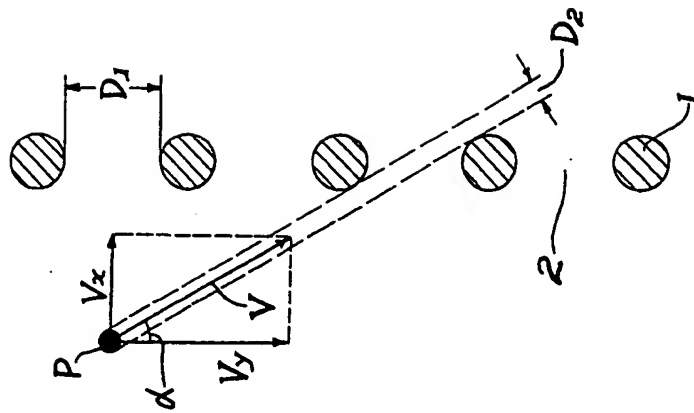


Fig. 4.

